



1. Planänderung

A 45

Ersatzneubau der Talbrücke Kreuzbach mit 6-streifigem Ausbau

von km: NK 5316 029 und NK 5416 038, Betriebs – km 156,336

nach km: NK 5316 029 und NK 5416 038, Betriebs – km 158,749

Feststellungsentwurf
für eine Bundesfernstraßenmaßnahme

- Unterlage 18.1a -

Wassertechnische Berechnung
-Erläuterungen-

a	Textliche Veränderung infolge der Umplanung der Becken von Regenrückhalte- in Retentionsbodenfilterbecken	November 2021	Zimmermann B&K
Nr.:	Art der Änderung	Datum:	Zeichen:

Aufgestellt: Die Leitung der Niederlassung Westfalen, Außenstelle Dillenburg i.A. (Eugen Reichwein)	

Inhaltsverzeichnis Gesamt

Seite

Schriftteil Berechnungsverfahren und Bemessungsansätze	01 - 09
Schriftteil Beschreibung der Entwässerungsabschnitte	10 - 12
Anlagen	
Anlage 0 Niederschlagshöhen und –spenden	01 - 01
Anlage 1 Abflussmengenermittlung	01 - 16
Anlage 2 Ermittlungen zu den erforderlichen Abständen von Straßenabläufen	01 - 03
Anlage 3 Bewertungsverfahren nach Merkblatt M 153 für die Rückhaltebecken	01 - 04
Anlage 4 Bemessung Regenwasserrückhaltebecken Retentionsbodenfilterbecken	01 - 1408
Anlage 5 Bemessung / Dimensionierung Bachlauf Kreuzbach	01 - 02
Anlage 6 Hydrologische Abschätzung der Hochwasserabflüsse der Vorfluter im Bereich der Talbrücke Kreuzbach durch Hessen Mobil	01 - 06
Anlage 7 Abschätzung und Bewertung der zu erwartenden Chlorid-Konzentrationen in der Dill	01 - 09

1 Berechnungsverfahren und Bemessungsansätze

1.1 Vorbemerkungen / Allgemeines

Die Entwässerungsverhältnisse im Bearbeitungsbereich werden durch folgende Vorfluter geprägt:

- Kreuzbach
- Vorflutgraben 1+775
- Vorflutgraben 2+000

Der Kreuzbach ist der zentrale Vorfluter, die anderen genannten kleinen Bachläufe münden mit weiterem Verlauf in den Kreuzbach.

Derzeit entwässert die Autobahn direkt über mehrere Einleitstellen in o. a. Vorfluter. Zusätzliche Maßnahmen der Oberflächenwasserbehandlung wie z. Bsp. Maßnahmen der Regenwasserrückhaltung sind nicht vorhanden.

Dem gegenüber sieht das neue Entwässerungskonzept vor das auf den Fahrbahnflächen anfallende Wasser zu sammeln und erst nach einer Behandlung in **Retentionsbodenfilterbecken mit vorgeschaltetem Geschiebeschacht Absetzbecken und Rückhalteanlagen** in die Vorfluter einzuleiten.

Die Abstimmung der grundlegenden Bemessungsparameter für die entwässerungstechnischen Anlagen der BAB 45 und die teilweise erforderlichen baulichen Eingriffe in die Vorfluter erfolgte in enger Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des Lahn Dill Kreises auf der Grundlage folgender hydrologischer Kennwerte:

- Angaben zu Abflussspenden der Vorfluter durch das Regierungspräsidium Gießen Abteilung Umwelt, Dezernat Oberirdische Gewässer, Hochwasserschutz
 - Angaben zu Abflussmengen einzelner Abflussereignisse (Quelle WRRL Monitoring) übersandt durch die Untere Wasserbehörde des Lahn Dill Kreises
 - Hydrologische Abschätzung der Hochwasserabflüsse der Vorfluter im Bereich der Talbrücke Kreuzbach durch Hessen Mobil Abteilung Straßen- und Verkehrsmanagement
 - **Vorgaben zur Planung eines Retentionsbodenfilters des Dezernats Planung und Bau A45 (Hessen Mobil) in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Gießen**
-

1.2 Berechnungsverfahren

Für die Berechnung der Abflussmengen wurden folgende Sickerraten zugrunde gelegt (s. RAS Ew Punkt 1.3.2.1¹):

- Sickerrate Bankette, Mulden, Gräben, Auftragsböschungen: 100 l/(s * ha)
- Sickerrate Abtragsböschungen: 100 l/(s * ha)

Die Anwendung von Abflussbeiwerten beschränkte sich auf Teileinzugsgebietsflächen im Bereich von Fahrbahnen und Bauwerken. Den Berechnungen wurden ψ_s Werte von 0,90 zugrunde gelegt.

Die Berechnung der maßgeblichen Abflüsse von Straßen und Straßennebenflächen erfolgte gemäß Ras EW Abschnitt 1.3.1¹ nach dem Zeitbeiwertverfahren auf der Grundlage folgender Berechnungs- und Formelansätze:

$$Q = A_E * \psi_s * r_{(n;T)} * \varphi$$

Q Volumenstrom [l/s]

A_E Einzugsgebietsfläche [ha]

ψ_s Spitzenabflussbeiwert

$r_{(n;T)}$ spezifische Regenspende einer Dauer T, die n-mal pro Jahr erreicht

bzw. überschritten wird [l/s*ha]. In Bereichen mit Versickerung wird von Regenspende die Versickerungsrate abgezogen (s. Beispielrechnung in der RAS Ew Abschnitt 1.3.2.2¹)

φ Zeitbeiwert (bei n = 1,00; T = 15 min \Rightarrow $\varphi = 1,00$)

1.3 Bemessungsregenspenden, jährliche Häufigkeiten, Sickerraten, Abflussbeiwerte

Für die Ermittlung der Abflussmengen in den entwässerungstechnischen Einrichtungen sowie für die Ermittlung der Einleitmengen in die Vorfluter wurden Bemessungsregenspenden aus dem Kostra Regenatlas des Deutschen Wetterdienstes der Dauer $T=15$ min mit folgenden jährlichen Häufigkeiten zum Ansatz gebracht (Einzelheiten zur Niederschlagsspende s. Anlage 1) :

- Bemessung von Kanälen, Mulden und Gräben bei einer Seitenentwässerung n = 1,0
- Bemessung von Kanälen, Mulden und Gräben bei einer Mittelstreifenentwässerung n = 0,33
- Bemessung von Kanälen, Mulden und Gräben an Straßentiefpunkten n = 0,2
- Bemessung von ~~Regenrückhalteanlagen~~ Retentionsbodenfilteranlagen n = 0,25

1.4 Abflussmengen Vorfluter / Außengebiete

Die Ermittlung von Abflussmengen betroffener kleiner Vorfluter bzw. Außengebiete erfolgte auf der Grundlage folgender hydrologischer Daten und Ermittlungen (s. Einzelnachweise in der Anlage 5):

- Abflussspenden des Regierungspräsidium Gießen (s. E Mails vom 24.06.2016, 04.07.2016 und 06.07.2016)
 - Vergleich der theoretischen Abflussmengen mit dem Abflussvermögen entwässerungstechnischer Anlagen im Bereich der betroffenen Vorfluter und Außengebiete durch das IB Battenberg & Koch (s. E Mail vom 30.06.2016)
 - Abflussdaten der Unteren Wasserbehörde des Lahn Dill Kreises (s. E Mail vom 09.08.2016)
 - Plausibilitätsprüfung von Abflussdaten und einer Abschätzung von Hochwasserabflüssen mittels SCS Verfahren durch Hessen Mobil (s. E Mail vom 01.09.2016 /Anlage 6)
-

1.5 Rohrdurchlässe

Das Ableitungsvermögen von Rohrdurchlässen wurde gemäß RAS-Ew unter der Berücksichtigung von Eintritts-, Wandreibungs- und Austrittsverlusten mit Hilfe der Mannig-Strickler Formel nachgewiesen:

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta h}{\frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d^4} \left(1,5 + \frac{2gl}{k_{st}^2 \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{4}{3}}} \right)}}$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	=	Volumenstrom
d	[m]	=	Innendurchmesser des Rohrdurchlasses
Δ	h[m]	=	Spiegeldifferenz Oberwasser/Unterwasser einschl. zul. Aufstau
l	[m]	=	Bauwerkslänge
k _{St}	[m ^{1/3} /s]	=	Rauhigkeit [= 65 m ^{1/3} /s]
g	[m/s ²]	=	Fallbeschleunigung [= 9,81 m/s ²]
Δ h	[m]	=	z + l * l
z	[m]	=	Aufstau (hier: z = 0)
l	[m/m]	=	Gefälle des Rohrdurchlasses

Ohne Nachweis wurden gemäß RAS-EW Pkt. 1.4.4¹ für Rohrdurchlässe unter Wirtschaftswegen eine Dimension von DN 400 vorgesehen.

1.6 Mulden

Das Ableitungsvermögen von Mulden wurde mit Hilfe nachfolgender Nachweisformel der RAS-EW ermittelt:

$$Q = k_{st} h^3 \cdot \sqrt{l} \cdot \frac{b}{2h}$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	=	Volumenstrom
k _{St}	[m ^{1/3} /s]	=	Rauheitsbeiwert
h	[m]	=	Wassertiefe in Muldenmitte
l	[m/m]	=	Muldenlängsneigung
b	[m]	=	Muldenbreite

Der Rauigkeitsbeiwert wurde gemäß RAS Ew Abschnitt 1.4. Tabelle 2 (Quelle 1) gewählt.

1.7 Gräben und Rahmendurchlässe

Die Bemessung von Gräben und Rahmendurchlässen, die ebenfalls wie offene Gerinne zu bewerten sind, erfolgte nach der Kontinuitätsgleichung unter Verwendung der Abflussformel von Manning – Strickler.

$$Q = v \cdot A$$
$$v = k_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$
$$Q = k_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

Es bedeuten:

Q	[m ³ /s]	=	Volumenstrom
k _{St}	[m ^{1/3} /s]	=	Rauigkeitsbeiwert
h	[m]	=	Wassertiefe in Muldenmitte
l	[m/m]	=	Sohlgefälle absolut
R	[m]	=	hydraulischer Radius (benetzter Umfang)
A	[m ²]	=	Abflussquerschnitt

Der Rauigkeitsbeiwert wurde gemäß RAS Ew Abschnitt 1.4. Tabelle 2 (Quelle 2) gewählt.

1.8 **Regenrückhaltebecken Retentionsbodenfilterbecken**

Die Bemessung der ~~Retentionsbodenfilterbecken Regenrückhaltungen~~ erfolgte auf Grundlage der DWA-A 117 (Bemessung von Regenrückhalteräumen, März 2014) und ~~DWA-A 178 (Retentionsbodenfilteranlagen, Juni 2019)~~ ~~dem DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2012).~~

~~Zur Ausbildung der Regenwasserrückhaltungen wurden gemäß Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde und dem Auftraggeber folgende Festlegungen getroffen:~~

Zusätzlich wurden die Vorgaben des Dezernats Planung und Bau A45 (Hessen Mobil) in Abstimmung mit dem RP Gießen berücksichtigt und nach Absprache mit dem Auftraggeber folgende Festlegungen getroffen:

1. Anordnung eines Geschiebeschachts als Vorstufe nach DWA-A 178 und REwS

2. Bemessung RBF nach DWA-A 178

- Verschattung und starker Bewuchs im Bereich der RBF vermeiden.
- Vermeidung Zufluss von unversiegelten Flächen, sowie Außengebieten und Böschungflächen.
- Bemessung Filterfläche mit 100 m² je Hektar angeschlossene befestigte Fläche ($A_{E,b,a}$)
- Drosselspanne des Filterkörpers: $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l/(s*m}^2\text{)}$
- Einstauhöhe $\leq 2 \text{ m}$
- Entleerungszeit $\leq 48 \text{ h}$
- 15 % Filterkörpervolumen als Retentionsraum ansetzbar

3. Bemessung Rückhaltevolumen nach DWA-A 117

- 2 jähriges Regenereignis ($n = 0,5$)
- Max. zulässige Drosselabflusspende: $3 \text{ l/(s*ha}_{A_{red}}\text{)}$
- Zuschlagsfaktor $f_z = 1,10$ (gemäß DWA-A 117)

Zur gleichmäßigen Verteilung der anfallenden Wassermengen innerhalb der Retentionsbodenfilter wurde mittig der Becken eine Verteilerrinne vorgesehen.

Die anfallenden Wassermengen werden durch ein Ablaufbauwerk, mit integrierter Drosseleinrichtung (Drosselblenden) und Überlaufschwelle, dem Vorfluter zugeführt.

Auf Höhe der Filteroberkante der Retentionsbodenfilter wurde eine zusätzliche Notentleerung angebracht, um im Fall einer Kolmation das Becken zu entleeren.

Vor bzw. nach dem Geschiebeschacht wurde die Anordnung eines Notumlaufs vorgesehen, um im Fall der Außerbetriebnahme der Retentionsbodenfilter, sowie der Geschiebeschächte die Entwässerung gewährleisten zu können.

- ~~Trennung der Oberflächenwasserbehandlungsanlage in einen Absetz-/ Abscheide- und einen Rückhaltebereich~~

- ~~Folgende Ausbaugrundsätze liegen der Planung und Konstruktion der Absetzbecken zu Grunde:~~
 - ~~aus Wartungsgründen wurden oben offene Rechteckbecken in Stahlbetonbauweise gewählt (s. Arbeitspapier von Hessen Mobil (April 2010) und E-Mail Hessen Mobil vom 18.07.2016)~~
 - ~~max. Oberflächenbeschickung: 9 m/h (s. RAS Ew Abschnitt 1.4.7.1)~~
 - ~~Breiten-/ Längenverhältnis: 1 zu 3 (s. RiStWag 8.3.4)~~
 - ~~Mindesttiefe unter dem Ruhewasserspiegel: 2,00 m (s. RAS Ew Abschnitt 1.4.7.1)~~

- ~~Den Rückhaltebecken liegen folgende Ausbaugrundsätze zu Grunde (s. Arbeitspapier HM Regenrückhaltebecken April 2010):~~
 - ~~aus Wartungsgründen wurden Trockenbecken mit einer Selbstentleerung nach dem Niederschlagsereignis gewählt~~
 - ~~Böschungsneigung mindestens 1:2 (Ausnahme RRB 2 1:1,5)~~
 - ~~Abflussdrosselung mittels Wirbeldrossel~~
 - ~~Integration des Beckennotüberlaufes mittels Überfallschwelle in das Drosselbauwerk~~

Die Ermittlung der maßgebenden angeschlossenen Flächen für die Bestimmung des notwendigen Rückhaltevolumens (A_{red}) ist Bestandteil der Abflussmengenmessungen in der Anlage 1.

Da Retentionsbodenfilterbecken empfindlich gegenüber Über- und auch Unterbelastungen sind, werden für die Bestimmung der Bodenfilteroberflächen einzig die angeschlossenen befestigten Flächen ($A_{E,b,a}$) berücksichtigt. In den Bereichen, wo die befestigten Flächen, vor Einleitung in die Beckenanlage, zunächst über unbefestigte Flächen (Mulde mit Einlaufschächten) entwässert werden, wurde unter Berücksichtigung der Anlage 1 überprüft, ob in diesen Bereichen bei einer kritischen Regenspenderate ($r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$) ein Abfluss entsteht. Sollte dies nicht der Fall sein, wurde nur 1/5 der befestigten Fläche für die Bestimmung der Bodenfilteroberfläche berücksichtigt.

Laut DWA-A 178 reinigen Retentionsbodenfilterbecken die nach Pkt. 6.2.2.2 bemessen sind (Filteroberfläche = $100 \text{ m}^2/\text{ha}_{A_{E,b,a}}$, Einstauhöhe $\geq 0,5 \text{ m}$) mit hohem Wirkungsgrad mehr als 90 % des Jahresabflusses und werden daher im Hinblick auf den Fachbeitrag nach WRRL als zu favorisierende Reinigungsanlage angesehen.

Die Anlage 3 zeigt den Nachweis der fachgerechten Oberflächenwasserbehandlung gemäß den Handlungsempfehlungen der DWA Vorschriften (hier DWA M 153)

Die Ermittlung der Beckenvolumina, der Beckenabmessungen und der Ausbaudenngößen der technischen Einrichtungen kann in der Anlage 4 nachvollzogen werden.

Gemäß den Vorgaben und Empfehlungen von DWA Richtlinien und Merkblättern werden folgende Hinweise und Empfehlungen zum Ausbau, zur Inbetriebnahme und zur Wartung der Rückhalteanlagen gegeben:

- baugrundtechnische und statische Untersuchungen zur Sicherstellung der Standfestigkeit der Becken
 - Durchführung eines Probeeinstaus zum Nachweis und Überprüfung des Beckenaufbau
 - Kennzeichnung des Einzugsbereichs des Regenwasserrückhaltebeckens vor Ort und in Planunterlagen
 - Erstellung einer Wartungsmappe mit Kennzeichnung der Wartungspunkte (Schieber, ~~Wirbel-~~ ~~drossel~~ **Drosselblenden**, Schachtzustiegen und Einsteighilfen) und Ausweisung der Kontroll bzw. Wartungsintervalle
-

1.9 Quellenangaben

(1) Richtlinien für die Anlage von Straßen

Teil Entwässerung RAS-Ew Ausgabe 2005

~~(2) Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten~~

~~RiStWag Ausgabe 2016a~~

~~Arbeitsblatt ATV-DWA A-178~~

~~Retentionsbodenfilteranlagen Ausgabe 2019~~

(3) KOSTRA- DWD-Atlas 2010R

Starkniederschlagshöhen für Deutschland

(4) Arbeitsblatt ATV-DWA A-112

Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen Ausgabe 2009

(4) Arbeitsblatt ATV-DWA A-118

Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen Ausgabe 1999

(5) Arbeitsblatt ATV-DWA A-117

Bemessung von Regenrückhalteräumen Ausgabe 2014

(5) Arbeitsblatt ATV-DWA A-166

Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung Ausgabe 2013

~~(6) Merkblatt ATV-DWA M-153~~

~~Handlungsempfehlungen im Umgang mit Regenwasser Ausgabe 2007~~

~~Richtlinie für die Entwässerung von Straßen~~

~~-REwS- Ausgabe 2018 (Gelbdruck)~~

(7) Merkblatt ATV-DWA M-522

Handlungsempfehlungen kleine Talsperren und Hochwasserrückhalteanlagen Ausgabe 2015

2 Beschreibung der Entwässerungsabschnitte

Entsprechend der Topographie, der Trassierung der A 45 und den sich daraus ergebenden möglichen Einleitungen in die o. a. Vorfluter/Vorflutgräben wurde die Strecke in 3 Entwässerungsabschnitte eingeteilt, welche nachfolgend beschrieben werden.

2.2 Entwässerungsabschnitt 1

Den Abschnitt kennzeichnen folgende entwässerungstechnische Eckpunkte:

- Einzugsbereich: A 45 von Station 0+000 bis Station 0+946
 - Entwässerungseinrichtung Stufe 3 gemäß RiStWag von Station 0+090 – 0+946
 - Ausbildung einer Mittelstreifenentwässerung mittels Straßeneinläufen und Kanälen in Bereichen mit einer Straßenprofilierung im Sägezahnprofil von der Station 0+390 bis zur Station 0+946
 - weitest gehende Abtrennung von Oberflächenwasser aus Außengebieten mittels Abfanggräben/Mulden entlang von Wirtschaftswegen mit einer Direktableitung zum Vorfluter (Kreuzbach)
 - Oberflächenwasserbehandlung und –rückhaltung im ~~Regenwasserrückhaltebecken RRB-1~~
Retentionsbodenfilterbecken RBF 1
- (Rückhaltevolumen: ~~650 840~~ **840** m³; Drosselwassermenge: ~~100 11,88~~ **11,88** l/s)

2.2 Entwässerungsabschnitt 2

Den Abschnitt kennzeichnen folgende entwässerungstechnische Eckpunkte:

- Einzugsbereich: A 45 von Station 0+946 bis Station 2+100 einschl. Talbrücke Kreuzbach
 - Entwässerungsrichtung von Station 1+205 nach Station 2+100 (jedoch kein Straßentiefpunkt)
 - Favorisierung einer Oberflächenwasserableitung mittels Ableitung über Bankette / Mulden / Muldenabläufe und unterhalb der Muldentiefpunkte liegende Ableitungskanäle => maßgebend für die Autobahnabschnitte mit einer Querneigung in Richtung der Fahrbahnränder
 - Ausbildung einer Mittelstreifenentwässerung in Bereichen mit einer Straßenprofilierung im Sägezahnprofil
 - weitest gehende Abtrennung von Oberflächenwasser aus Außengebieten mittels Abfanggräben entlang von Wirtschaftswegen mit einer Direktableitung zu den Vorflutgräben
 - Oberflächenwasserbehandlung und –rückhaltung im ~~Regenwasserrückhaltebecken RRB-2~~
Retentionsbodenfilterbecken RBF 2
- (Rückhaltevolumen: ~~900 1.200~~ **1.200** m³; Drosselwassermenge: ~~135 15,00~~ **15,00** l/s)
-

2.3 Entwässerungsabschnitt 3

Den Abschnitt kennzeichnen folgende entwässerungstechnische Eckpunkte:

- Einzugsbereich: BAB A 45 von Station 2+100 bis Station 2+412,665
- Entwässerungsrichtung von Station 2+105 nach Station 2+412,665
(jedoch kein Straßentiefpunkt)
- Anbindung an die Entwässerungsanlagen und Übergabe der Wassermengen an den Ausbaubereiches der A 45 (Abschnitt „Bechlingen“)
- Sonstige Ableitungscharakteristika analog zu den Entwässerungsabschnitten 1 und 2

2.4 Kreuzende Vorfluter

Im vorliegenden Planungsbereich der A 45 werden folgende Vorfluter überquert:

- Station 1+150 – Kreuzbach (Querung im Brückenbereich (Talbrücke Kreuzbach))

Im Gesamtüberblick ergeben sich folgende Auslaufmengen in öffentliche Vorfluter:

Entwässerungsbereich	Einleitung in Oberflächengewässer			
	Abfluss- menge n = 1,0 [l/s]	Einleitungspunkt		
		Vorfluter	Rechtswert	Hochwert
Entwässerungsabschnitt 1 WW (ES1)	32,12	Kreuzbach	32459100,281	5606728,436
Entwässerungsabschnitt 1 A 45 + RRB-1 RBF 1 (ES2)	Q _{Dr.} 400 11,88 371	Kreuzbach	32459213,917	5606630,998
Entwässerungsabschnitt 2 Grabenoffenlegung (ES3)	12,69	Vorflutgraben	32459651,800	5606145,040
Entwässerungsabschnitt 2 A 45 + RRB-2 RBF 2 (ES4)	Q _{Dr.} 140 15 521	Vorflutgraben	32460007,931 32460013,879	5606147,137 5606150,885